

STUDI PERBANDINGAN ANALISIS FLAT SLAB DAN FLAT PLATE

Fransisca Nikita Constantine

Marthin D. J. Sumajouw, Ronny Pandaleke

Fakultas Teknik, Jurusan Sipil, Universitas Sam Ratulangi Manado

Email: fransiscawongkar@gmail.com

ABSTRAK

Flat slab dan flat plate merupakan elemen struktur yang tidak mempunyai balok, dimana seluruh beban yang ada disalurkan oleh pelat menuju ke kolom. Hal yang penting untuk diperhatikan dalam suatu analisis pelat adalah kekuatan pelat dan ketahanan untuk menahan gaya geser (punching shear) pada daerah sekitar kolom. Perhitungan momen dapat menjadi acuan untuk merencanakan tulangan sehingga perlu adanya analisis dari kedua sistem pelat ini untuk mengetahui kekuatan dari sistem pelat.

Elemen pelat yang akan dianalisis merupakan bangunan dengan 5 lantai dan hanya meninjau elemen pelat pada lantai 3 yang letak bangunannya berada di Jalan Ring Road 2. Analisis dilakukan dengan menggunakan Metode Rangka Ekuivalen dan Metode Desain Langsung dengan mengikuti persyaratan dari SNI 2847-2013 dan SNI 1727-2013 untuk pembebanan.

Berdasarkan hasil analisa yang telah dilakukan, flat slab dan flat plate dinyatakan mampu untuk menahan momen lentur dan gaya geser yang terjadi. Momen lapangan yang terjadi pada flat plate lebih besar dari flat slab dikarenakan tidak adanya tambahan drop panel atau kepala kolom pada flat plate. Untuk perbandingan analisis dari flat plate dan flat slab terletak pada penambahan drop panel dan kepala kolom pada sistem flat slab yang mempengaruhi perhitungan tebal pelat, kekakuan pelat-balok, kekakuan kolom dan ketahanan geser.

Kata kunci : *flat slab, flat plate, punching shear, analisis*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Perkembangan dalam dunia konstruksi terus meningkat, baik peningkatan dalam proses perbaikan struktur, proses pengerjaan dan kualitas suatu struktur yang mendasari munculnya berbagai ide-ide bagus untuk menyelesaikan sebuah masalah maupun untuk memenuhi kebutuhan dari suatu konstruksi. Perlu adanya perubahan dari ide-ide tersebut dari sekedar ide menjadi sebuah proses yang dapat diterapkan.

Salah satu perkembangan dalam sistem konstruksi adalah *flat plate*, yaitu pelat beton bertulang yang tidak memiliki balok. Umumnya keseluruhan beban pada pelat di salurkan oleh sistem lantai pada arah melintang dan membujur menuju ke kolom sehingga dapat menyebabkan suatu keadaan dimana kolom akan menembus pelat. Untuk mengatasi hal tersebut di sekitar kepala kolom diberikan penambahan tebal pelat atau biasa disebut drop panel yang berfungsi

sebagai penyangga tambahan pada pelat untuk mengurangi tegangan geser pada daerah kolom. Sistem pelat dengan pertambahan pelat drop panel dan kepala kolom biasa disebut *Flat Slab*, atau pelat cendawan.

Dalam penulisan ini penulis melakukan perbandingan antara *Flat Slab* dan *flat plate* dalam hal analisa perhitungan dan kekuatan struktur khususnya pada momen-momen yang bekerja yang mempengaruhi jumlah tulangan yang akan dipakai nantinya. Metode analisa yang akan digunakan yaitu metode rangka ekuivalen dan metode desain langsung dengan ketentuan-ketentuan yang ada agar kedepannya dapat menjadi salah satu bahan pertimbangan untuk memilih antara *flat slab* dan *flat plate*.

Rumusan Masalah

Penulisan laporan penelitian ini membahas tentang Bagaimana menganalisa dan membandingkan momen lentur yang dihasilkan pada *flat slab* dan *flat plate*

dengan dua metode yang diberikan dalam SNI 2847-2013 beton bertulang.

Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Bangunan yang ditinjau adalah bangunan ruko yang terdiri dari 5 lantai dengan konstruksi beton bertulang dan sistem pelat konvensional.
2. Hanya menganalisa elemen pelat lantai 3.
3. Metode perencanaan yang dibahas Metode Rangka Ekuivalen dan Metode Desain Langsung, dengan Peraturan yang digunakan adalah SNI 2847-2013
4. Hanya membahas gaya akibat gravitasi (beban hidup dan beban mati) dan tidak membahas gaya gempa.
5. Perancangan pembebanan mengacu pada Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain (SNI 03-1727-2013).

Tujuan Penelitian

1. Mengetahui perbandingan analisis perhitungan *flat slab* dan *flat plate* dengan menggunakan Metode Rangka Ekuivalen dan Metode Desain Langsung.
2. Mengetahui perbandingan momen pada *flat slab* dan *flat plate*
3. Mendapatkan kesimpulan yang nantinya dapat mendasari perencanaan tulangan dari kedua sistem struktur pelat beton bertulang tersebut.

Manfaat Penelitian

1. Dapat menerapkan dan mensosialisasikan peraturan perencanaan yang benar dan yang berlaku saat ini pada pelat serta dapat menambah wawasan tentang analisis sistem *flat slab* dan *flat plate*.
2. Sebagai bahan pertimbangan pemilihan desain pelat yang dibuat berdasarkan keamanan dan kekuatan pelat.

LANDASAN TEORI

Flat Plate

Pelat datar (*flat plate*) adalah pelat beton pejal dengan tebal merata yang mentransfer beban secara langsung ke kolom pendukung tanpa bantuan balok atau kepala kolom atau

drop panel. Pelat datar dapat dibuat dengan cepat karena bekisting dan susunan tulangan yang sederhana. Pelat ini memerlukan tinggi lantai terkecil untuk memberikan persyaratan tinggi ruangan dan memberikan fleksibilitas terbaik dalam susunan kolom dan partisi. (Mc.Cormac, 2003).

Flat Slab

Flat Slab adalah pelat beton bertulang yang ditumpu secara langsung oleh kolom-kolom beton tanpa memakai balok-balok perantara. Pelat dapat dengan suatu pekat tiang (drop panel). Kolom juga dapat mempunyai penampang konstan atau dibesarkan untuk membentuk suatu kepala kolom (column head).

Pembebanan

Beban mati adalah berat seluruh bahan konstruksi bangunan gedung yang terpasang. (SNI 1727: 2013) Beban hidup adalah semua beban yang terjadi akibat penghunian atau penggunaan suatu bangunan, dan didalamnya termasuk beban-beban pada lantai yang berasal dari barang-barang yang dapat berpindah (*moveable equipment*).

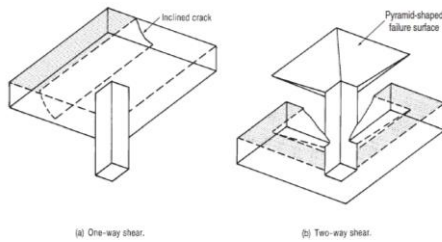
Kombinasi Beban

Suatu struktur dirancang mampu memikul beban mati, beban hidup dan beban gempa sesuai SNI Gempa 1726:2012 yaitu :

$$\begin{aligned}
 &1,4DL \\
 &1,2DL + 1,6LL + 0,5 (Lr \text{ atau } R) \\
 &1,2DL + 1,6 (Lr \text{ atau } R) + (L \text{ atau } 0,5W) \\
 &1,2DL + 1,0W + L + 0,5 (Lr \text{ atau } R) \\
 &1,2DL + 1,0E + L + 0,2S \\
 &0,9DL + 1,0W \\
 &0,9DL + 1,0E
 \end{aligned}$$

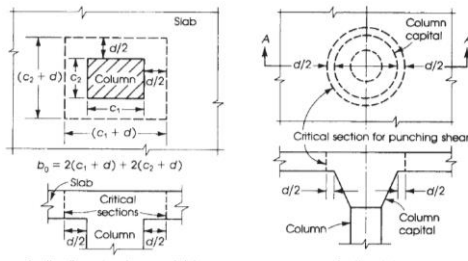
Ketahanan Geser

Ada dua jenis geser yang harus ditinjau dalam perencanaan dari *flat slab* dan *flat plate*. Ini adalah dua hal yang sama yang telah ditinjau dalam kaki kolom-geser satu arah dan dua arah (yaitu, geser balok dan geser *punching*). Untuk analisis geser balok, pelat dianggap bekerja sebagai balok lebar yang membentang di antara tumpuannya. Penampang kritis diambil pada jarak d dari permukaan kolom. Untuk geser *punching*, penampang kritis diambil pada jarak d dari permukaan kolom. (Mc.Cormac, 2003).



Gambar 1 (a) Geser satu arah, (b) Geser dua arah

Sumber: Wigh & McGregor (2011)



Gambar 2 Keliling kritis pada flat plate dan flat slab

Sumber : Hassoun, Al-Manaseer (2015)

Dalam SNI 2847-2013 pasal 11.2.1 untuk komponen struktur yang dikenai geser dan lentur saja diberikan:

$$V_c = 0.17 \sqrt{f'_c} b_o d \quad (1)$$

Untuk aksi dua arah dalam pasal 11.11.2.1 diberikan:

$$V_c = 0.33 \sqrt{f'_c} b_o d \quad (2)$$

Tebal Pelat

Berdasarkan SNI 2847-2013 pasal 9.5.3.2 tebal minimum untuk pelat tanpa balok interior yang membentang di antara tumpuan dan mempunyai rasio bentang panjang terhadap bentang pendek yang tidak lebih dari 2, tebal minimumnya tidak boleh kurang dari nilai berikut :

- Tanpa panel drop (*drop panel*) 125 mm
- Dengan panel drop (*drop panel*) 100 mm

Kepala Kolom

Tujuan dari kepala kolom adalah untuk mendapatkan penambahan keliling sekitar kolom untuk memindahkan geser dari beban lantai dan untuk menambah tebal dengan berkurangnya perimeter di dekat kolom.

Dengan memisalkan garis maksimum 45° untuk distribusi dari geser kepala kolom. (Wang, 1989)

Drop Panel

Drop panel merupakan pertambahan tebal pelat di dalam daerah kolom yang berfungsi sebagai penahan gaya geser utama yang menjadi bidang kontak antara pelat dan kolom.

Kekakuan Pelat Balok

Menurut SNI 2847-2013 Pasal 13.7.3 Perhitungan momen inersia pelat-balok harus memenuhi ketentuan berikut :

- Penentuan momen inersia slab-balok pada sebarang penampang di luar pertemuan (*joints*) atau kapital kolom menggunakan luas bruto beton diizinkan.
- Variasi pada momen inersia sepanjang sumbu slab-balok harus diperhitungkan.
- Momen inersia slab-balok dari pusat kolom ke muka kolom, brakit (*bracket*), atau kapital harus sama dengan momen inersia slab-balok pada muka kolom

Kekakuan Kolom

Untuk perhitungan kekakuan, momen inersia kolom didasarkan pada penampang kotornya. Maka jika terdapat kepala kolom pengaruh dimensinya harus digunakan untuk bagian kolom tersebut. kolom diasumsikan terjepit kaku di sepanjang tebal pelat Kekakuan lentur kolom dinyatakan dengan

$$K_c = K \frac{E_{cc} I_c}{l_1} \quad (3)$$

Kekakuan Torsi

Menurut SNI 2847-2013 Pasal 13.7.5 komponen struktur punter harus diasumsikan mempunyai penampang konstan sepanjang panjangnya yang terdiri dari yang terbesar dari butir :

- Bagian slab yang mempunyai lebar sama dengan lebar kolom, brakit (*bracket*), atau kapital dalam arah bentang dimana momen ditentukan;
- Untuk konstruksi monolit atau komposit penuh, bagian slab yang ditetapkan dalam butir (a) ditambah bagian balok transversal di atas dan di bawah *slab*;
- Balok transversal mencakup bagian dari pelat pada tiap sisi balok sebesar proyeksi

balok yang berada di atas atau di bawah pelat, diambil yang terbesar tetapi tidak boleh lebih besar empat kali tebal pelat. Kekakuan puntir dinyatakan dengan :

$$K_t = \Sigma \frac{9 E_{cs} C}{l_2 (1 - \frac{c_2}{l_2})^2} \quad (4)$$

Kekakuan Kolom Ekuivalen

Kelenturan kolom ekuivalen sama dengan resiprokal (kebalikan) kekakuannya, seperti yang berikut ini:

$$\frac{1}{K_{ec}} = \frac{1}{\Sigma K_c} + \frac{1}{\Sigma K_t} \quad (5)$$

$$\frac{1}{K_{ec}} = \frac{1}{K_{ct} + K_{cb}} + \frac{1}{K_c + K_t} \quad (6)$$

Dengan menyelesaikan rumus ini untuk kekakuan kolom ekuivalen dan mengalikannya dengan K_c didapat :

$$K_{ec} = \frac{(K_{ct} + K_{cb}) + (K_t + K_c)}{(K_{ct} + K_{cb})(K_{ct} + K_{cb})} \quad (7)$$

Distribusi Faktor

Setelah nilai K_{ec} diperoleh, faktor distribusi (DF) dapat dihitung sebagai berikut :

$$DF \text{ bagian tepi} = \frac{K_{b1}}{K_{b1} + K_{b2} + K_{ec}} \quad (8)$$

$$DF \text{ bagian tengah} = \frac{K_{b2}}{K_{b1} + K_{b2} + K_{ec}} \quad (9)$$

Metode Cross

Menurut Jemy Wijaya, Fanywati Itang (2013) Dalam metode Cross (distribusi moment) terdapat beberapa pengertian sebagai berikut:

- Faktor pemindah/koeffisien induksi (*carry over factor*)
Suatu faktor pemindah terhadap perataan momen pada satu titik untuk mendapatkan momen pada ujung titik lainnya.
- Faktor distribusi (*distribution factor*)
Perbandingan besaran momen yang terdistribusi pada batang-batang yang bertemu di satu titik atau koefisien distribusi untuk besaran momen-momen yang diterima batang-batang yang bertemu pada satu titik percabangan.
- Faktor kekakuan (*stiffness factor*)
suatu faktor pengali yang didapat dari kekakuan balok untuk menentukan besarnya momen di satu titik yang diperlukan untuk berputar sudut dititik tersebut sebesar satu radial

- Momen primer (*fixed end moment*)
Besaran momen pada ujung balok akibat beban luar dan akibat pergoyangan.

Momen Statis Total Terfaktor

Menurut Mc.Cormac pada bukunya yang berjudul Desain Beton Bertulang, momen total M_o yang ditahan oleh pelat sama dengan jumlah momen negatif dan positif maksimum dalam bentang. Momen ini sama dengan momen total yang terjadi dalam balok tumpuan sederhana. untuk beban merata :

$$M_o = \frac{(w_u l_2)(l_n^2)}{8} \quad (10)$$

Distribusi Momen Terfaktor Negatif dan Positif

Pada bentang interior, momen statis total, M_o harus didistribusikan sebagai berikut:

Momen terfaktor negative.....0,65

Momen terfaktor positif0,35

Tabel 1 Distribusi Momen Bentang Total Pada Ujung Batang

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	Tepi eksterior tak-terkekang	Slab dengan balok di antara semua tumpuan	Slab tanpa balok di antara tumpuan interior	Tanpa balok tepi	Dengan balok tepi
Momen terfaktor negatif interior	0,75	0,70	0,70	0,70	0,65
Momen terfaktor positif	0,63	0,57	0,52	0,50	0,35
Momen terfaktor negatif eksterior	0	0,16	0,26	0,30	0,65

Sumber: (SNI 2847:2013)

Distribusi Momen Terfaktor pada lajur kolom

Lajur kolom harus diproporsikan untuk menahan bagian berikut dalam persen momen terfaktor negatif interior :

Tabel 2 Presentase momen rencana negatif interior yang ditahan oleh jalur kolom

l_2/l_1	0.5	1.0	2.0
$(\alpha l_2/l_1) = 0$	75	75	75
$(\alpha l_2/l_1) \geq 0$	90	75	45

Sumber: (SNI 2847:2013)

Tabel 3 Presentase momen rencana negatif eksterior yang ditahan oleh jalur kolom

		0.5	1.0	2.0
$(\alpha l_2/l_1) = 0$	$\beta_t = 0$	100	100	100
	$\beta_t \geq 2.5$	75	75	75
$(\alpha l_2/l_1) \geq 0$	$\beta_t = 0$	100	100	100
	$\beta_t \geq 2.5$	90	75	45

Sumber: (SNI 2847:2013)

Tabel 4. Presentase momen rencana positif yang ditahan oleh jalur kolom

l_2/l_1	0.5	1.0	2.0
$(\alpha l_2/l_1) = 0$	60	60	60
$(\alpha l_2/l_1) \geq 0$	90	75	45

Sumber: (SNI 2847:2013)

Distribusi Momen Terfaktor pada lajur tengah

Jalur tengah yang sejajar dan bersebelahan dengan tumpuan dinding pada tepi harus direncanakan terhadap momen dari setengah jalur tengah yang didapat dari baris pertama kolom interior. (Nawy,1998)

METODOLOGI PENELITIAN

Objek Penelitian

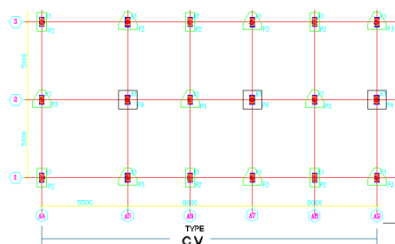
Dalam pengerjaan tugas akhir ini, objek penelitian yang akan dibahas adalah elemen pelat beton bertulang pada lantai ketiga bangunan Ruko yang terdiri dari 5 lantai. Bangunan ini memiliki panjang 21.5 m dan lebar 10 m. Pengumpulan data primer yang sudah ada yang berkaitan dengan bangunan Ruko berupa gambar denah kolom dan tinggi kolom.

Lokasi Penelitian

Lokasi kajian dari tugas akhir ini adalah bangunan Ruko di Jalan Ring Road 2

Data Bangunan :

- Denah Bangunan : Persegi Panjang
- Mutu Beton : 18.68 Mpa
- Mutu Baja : 400 Mpa
- Fungsi Bangunan : Ruko

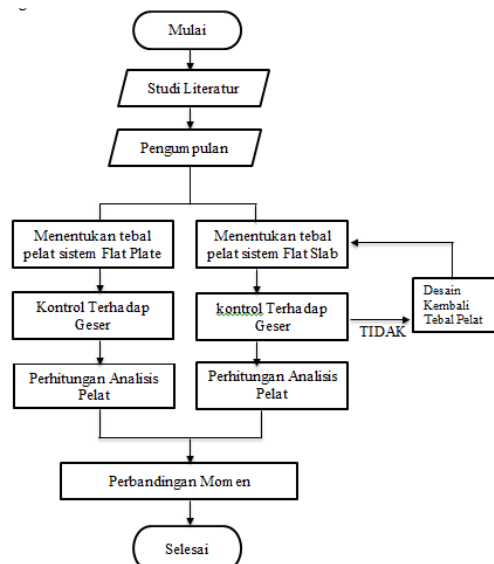


Gambar 3. Denah Kolom

Prosedur Penelitian

Prosedur yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu menyiapkan data, studi literatur dan mendesain dan menganalisis *flat slab* dan *flat plate* sesuai dengan data pada

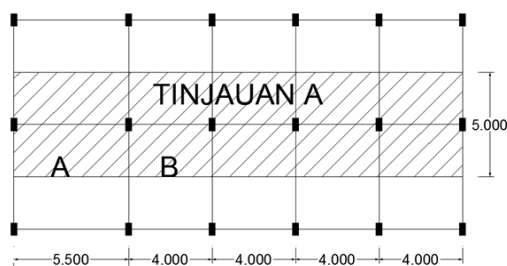
pelat yang terpasang pada bangunan kemudian membandingkan momen lentur dari kedua sistem pelat tersebut dengan menggunakan metode Rangka Ekuivalen dan Metode Desain Langsung.



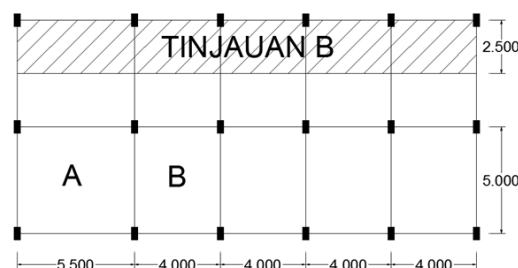
Gambar 4. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

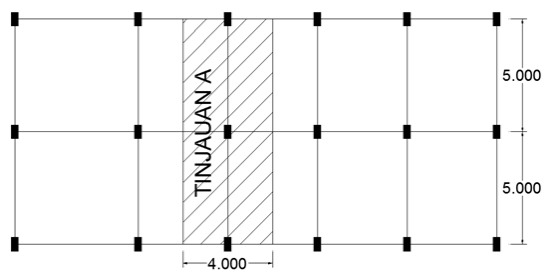
Analisis dilakukan dengan meninjau beberapa tinjauan yaitu arah X tinjauan A dan B, dan arah Y tinjauan A, B, C, D dengan 2 metode analisis yaitu rangka ekuivalen dan metode desain langsung.



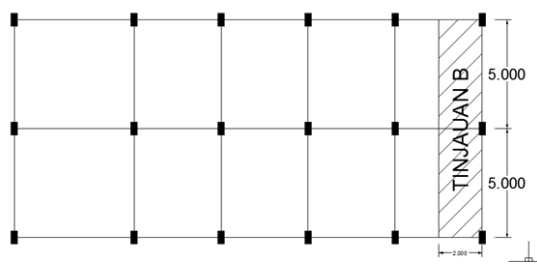
Gambar 4. Denah arah x tinjauan A



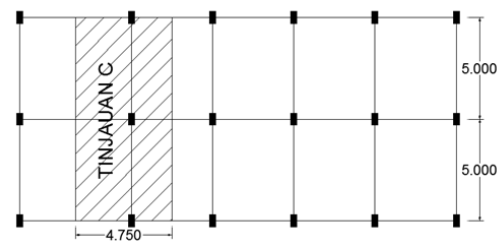
Gambar 5. Denah arah x tinjauan B



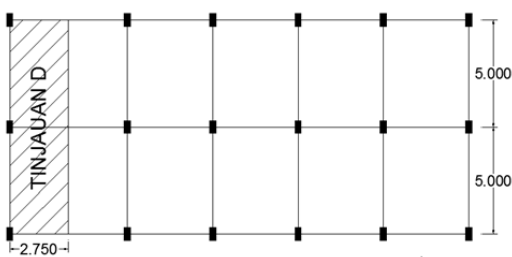
Gambar 6. Denah arah y tinjauan A



Gambar 7. Denah arah y tinjauan B



Gambar 8. Denah arah y tinjauan C



Gambar 9. Denah arah y tinjauan D

Hasil perbandingan momen dapat dilihat pada tabel-tabel berikut ini.

Tabel 5 Perbandingan momen *flat slab* dan *flat plate* arah x tinjauan A metode rangka ekuivalen

Momen	Flat Slab			Flat Plate		
	Bentang A-B			Bentang A-B		
	M (-) Eks	M+	M (-) int	M (-) Eks	M+	M (-) int
Mu	61.256	93.470	147.625	61.910	102.993	149.705
M J Kolom	60.768	56.082	110.719	61.448	61.796	112.279
M Balok	0	0	0	0	0	0
M J Tengah	0.488	37.388	36.906	0.462	41.197	37.426
Momen	Bentang B-C			Bentang B-C		
	M (-) Eks	M+	M (-) int	M (-) Eks	M+	M (-) int
Mu	121.887	15.656	56.162	124.151	18.871	58.987
M J Kolom	120.915	9.393	42.121	123.225	11.322	44.240
M Balok	0	0	0	0	0	0
M J Tengah	0.971	6.262	14.040	0.927	7.548	14.747
Momen	Bentang C-D			Bentang C-D		
	M (-) Eks	M+	M (-) int	M (-) Eks	M+	M (-) int
Mu	62.220	36.520	74.099	64.689	40.074	76.043
M J Kolom	61.725	21.912	55.574	64.207	24.044	57.033
M Balok	0	0	0	0	0	0
M J Tengah	0.496	14.608	18.525	0.483	16.029	19.011
Momen	Bentang D-E			Bentang D-E		
	M (-) Eks	M+	M (-) int	M (-) Eks	M+	M (-) int
Mu	71.448	27.634	82.643	73.563	31.281	84.756
M J Kolom	70.879	16.581	61.982	73.014	18.768	63.567
M Balok	0	0	0	0	0	0
M J Tengah	0.569	11.054	20.661	0.549	12.512	21.189
Momen	Bentang E-F			Bentang E-F		
	M (-) Eks	M+	M (-) int	M (-) Eks	M+	M (-) int
Mu	24.949	47.950	88.510	25.498	52.479	90.423
M J Kolom	18.712	28.770	87.805	19.124	31.488	89.748
M Balok	0	0	0	0	0	0
M J Tengah	6.237	19.180	0.705	6.375	20.992	0.675

Sumber : Hasil Penelitian

Tabel 6 Perbandingan momen *flat slab* dan *flat plate* arah x tinjauan A metode desain langsung

Momen	Flat Slab			Flat Plate		
	Bentang A-B			Bentang A-B		
	M (-) Eks	M+	M (-) int	M (-) Eks	M+	M (-) int
Mu	44.227	91.993	123.836	46.661	97.055	130.651
M J Kolom	43.864	55.196	92.877	46.313	58.233	97.988
M Balok	0	0	0	0	0	0
M J Tengah	0.364	36.797	30.959	0.348	38.822	32.663
Momen	Bentang B-C			Bentang B-C		
	M (-) Eks	M+	M (-) int	M (-) Eks	M+	M (-) int
Mu	58.218	31.348	58.218	61.422	33.073	61.422
M J Kolom	57.769	18.809	40.753	60.948	19.844	46.066
M Balok	0	0	0	0	0	0
M J Tengah	0.479	12.539	14.555	0.458	13.229	15.355
Momen	Bentang C-D			Bentang C-D		
	M (-) Eks	M+	M (-) int	M (-) Eks	M+	M (-) int
Mu	58.218	31.348	58.218	61.422	33.073	61.422
M J Kolom	57.769	18.809	40.753	60.948	19.844	46.066
M Balok	0	0	0	0	0	0
M J Tengah	0.479	12.539	14.555	0.458	13.229	15.355
Momen	Bentang D-E			Bentang D-E		
	M (-) Eks	M+	M (-) int	M (-) Eks	M+	M (-) int
Mu	58.218	31.348	58.218	61.422	33.073	61.422
M J Kolom	57.769	18.809	40.753	60.948	19.844	46.066
M Balok	0	0	0	0	0	0
M J Tengah	0.479	12.539	14.555	0.458	13.229	15.355
Momen	Bentang E-F			Bentang E-F		
	M (-) Eks	M+	M (-) int	M (-) Eks	M+	M (-) int
Mu	22.392	46.575	62.697	23.624	49.138	66.147
M J Kolom	22.219	27.945	43.888	23.442	29.483	49.610
M Balok	0	0	0	0	0	0
M J Tengah	0.184	18.630	15.674	0.176	19.655	16.537

Sumber : Hasil Penelitian

Tabel 7 Perbandingan momen *flat slab* dan *flat plate* arah x tinjauan B metode rangka ekuivalen

Momen	Flat Slab			Flat Plate		
	Bentang A-B			Bentang A-B		
	M (-) Eks	M+	M (-) int	M (-) Eks	M+	M (-) int
Mu	51.163	37.409	71.929	51.315	42.677	72.132
M J Kolom	50.347	22.446	53.947	50.549	25.606	54.099
M Balok	0	0	0	0	0	0
M J Tengah	0.815	14.964	17.982	0.766	17.071	18.033
	Bentang B-C			Bentang B-C		
	M (-) Eks	M+	M (-) int	M (-) Eks	M+	M (-) int
Mu	49.345	12.161	31.012	50.118	13.944	32.435
M J Kolom	48.559	7.297	23.259	49.370	8.366	24.326
M Balok	0	0	0	0	0	0
M J Tengah	0.786	4.865	7.753	0.748	5.577	8.109
	Bentang C-D			Bentang C-D		
	M (-) Eks	M+	M (-) int	M (-) Eks	M+	M (-) int
Mu	34.431	16.688	36.873	35.577	18.488	37.886
M J Kolom	33.882	10.013	27.655	35.046	11.093	28.415
M Balok	0	0	0	0	0	0
M J Tengah	0.549	6.675	9.218	0.531	7.395	9.472
	Bentang D-E			Bentang D-E		
	M (-) Eks	M+	M (-) int	M (-) Eks	M+	M (-) int
Mu	35.762	15.334	38.249	36.815	17.148	39.329
M J Kolom	35.192	9.201	28.687	36.266	10.289	29.497
M Balok	0	0	0	0	0	0
M J Tengah	0.570	6.134	9.562	0.550	6.859	9.832
	Bentang E-F			Bentang E-F		
	M (-) Eks	M+	M (-) int	M (-) Eks	M+	M (-) int
Mu	23.038	19.960	41.722	42.692	22.036	23.676
M J Kolom	22.671	11.976	31.291	32.019	13.221	23.323
M Balok	0	0	0	0	0	0
M J Tengah	0.367	7.984	10.430	10.673	8.814	0.353

Sumber : Hasil Penelitian

Tabel 8 Perbandingan momen *flat slab* dan *flat plate* arah x tinjauan B metode desain langsung

Momen	Flat Slab			Flat Plate		
	Bentang A-B			Bentang A-B		
	M (-) Eks	M+	M (-) int	M (-) Eks	M+	M (-) int
Mu	22.114	45.996	61.918	23.330	48.527	65.325
M J Kolom	21.932	27.598	46.439	23.150	29.116	45.728
M Balok	0	0	0	0	0	0
M J Tengah	0.182	18.399	15.480	0.180	19.411	16.331
	Bentang B-C			Bentang B-C		
	M (-) Eks	M+	M (-) int	M (-) Eks	M+	M (-) int
Mu	29.109	15.674	29.109	30.711	16.537	30.711
M J Kolom	28.885	9.405	20.376	30.474	9.922	23.033
M Balok	0	0	0	0	0	0
M J Tengah	22.461	6.270	7.277	23.697	6.615	7.678
	Bentang C-D			Bentang C-D		
	M (-) Eks	M+	M (-) int	M (-) Eks	M+	M (-) int
Mu	29.109	15.674	29.109	30.711	16.537	30.711
M J Kolom	28.885	9.405	20.376	30.474	9.922	23.033
M Balok	0	0	0	0	0	0
M J Tengah	22.461	6.270	7.277	23.697	6.615	7.678
	Bentang D-E			Bentang D-E		
	M (-) Eks	M+	M (-) int	M (-) Eks	M+	M (-) int
Mu	29.109	15.674	29.109	30.711	16.537	30.711
M J Kolom	28.885	9.405	20.376	30.474	9.922	23.033
M Balok	0	0	0	0	0	0
M J Tengah	22.461	6.270	7.277	23.697	6.615	7.678
	Bentang E-F			Bentang E-F		
	M (-) Eks	M+	M (-) int	M (-) Eks	M+	M (-) int
Mu	11.196	23.287	31.348	11.812	24.569	33.073
M J Kolom	11.109	13.972	21.944	11.721	14.741	24.805
M Balok	0	0	0	0	0	0
M J Tengah	8.639	9.315	7.837	9.114	9.828	8.268

Sumber : Hasil Penelitian

Tabel 9 Perbandingan momen *flat slab* dan *flat plate* arah y tinjauan A metode rangka ekuivalen

Momen	Flat Slab			Flat Plate		
	Bentang A-B			Bentang A-B		
	M (-) Eks	M+	M (-) int	M (-) Eks	M+	M (-) int
Mu	62.916	45.690	107.405	64.537	50.606	110.351
M J Kolom	61.346	27.414	80.554	62.967	30.363	82.763
M Balok	0	0	0	0	0	0
M J Tengah	1.570	18.276	26.851	1.570	20.242	27.588
	Bentang B-C			Bentang B-C		
	M (-) Eks	M+	M (-) int	M (-) Eks	M+	M (-) int
Mu	106.909	45.689	63.412	109.342	50.590	65.578
M J Kolom	104.241	27.414	47.559	82.006	30.354	63.983
M Balok	0	0	0	0	0	0
M J Tengah	2.668	18.276	15.853	27.335	20.236	1.596

Sumber : Hasil Penelitian

Tabel 10 Perbandingan momen *flat slab* dan *flat plate* arah y tinjauan A metode desain langsung

Momen	Flat Slab			Flat Plate		
	Bentang A-B			Bentang A-B		
	M (-) Eks	M+	M (-) int	M (-) Eks	M+	M (-) int
Mu	28.905	60.122	80.933	30.495	63.430	85.387
M J Kolom	28.192	36.073	60.700	30.260	38.058	64.040
M Balok	0	0	0	0	0	0
M J Tengah	0.712	24.049	20.233	0.235	25.372	21.347
	Bentang B-C			Bentang B-C		
	M (-) Eks	M+	M (-) int	M (-) Eks	M+	M (-) int
Mu	28.905	60.122	80.933	30.495	63.430	85.387
M J Kolom	28.192	36.073	60.700	30.260	38.058	64.040
M Balok	0	0	0	0	0	0
M J Tengah	0.712	24.049	20.233	0.235	25.372	21.347

Sumber : Hasil Penelitian

Tabel 11 Perbandingan momen *flat slab* dan *flat plate* arah y tinjauan B metode rangka ekuivalen

Momen	Flat Slab			Flat Plate		
	Bentang A-B			Bentang A-B		
	M (-) Eks	M+	M (-) int	M (-) Eks	M+	M (-) int
Mu	31.848	23.130	52.743	32.643	25.597	54.214
M J Kolom	29.781	13.878	39.557	31.054	15.358	40.661
M Balok	0	0	0	0	0	0
M J Tengah	0.795	9.252	13.186	1.588	10.239	13.554
	Bentang B-C			Bentang B-C		
	M (-) Eks	M+	M (-) int	M (-) Eks	M+	M (-) int
Mu	31.314	22.561	54.414	32.411	25.004	55.632
M J Kolom	23.485	13.537	53.056	30.834	15.002	41.724
M Balok	0	0	0	0	0	0
M J Tengah	7.828	9.024	1.358	1.577	10.001	13.908

Sumber : Hasil Penelitian

Tabel 12 Perbandingan momen *flat slab* dan *flat plate* arah y tinjauan B metode desain langsung

Momen	Flat Slab			Flat Plate		
	Bentang A-B			Bentang A-B		
	M (-) Eks	M+	M (-) int	M (-) Eks	M+	M (-) int
Mu	14.452	30.061	40.467	15.248	31.715	42.693
M J Kolom	14.096	18.037	30.350	15.130	19.029	32.020
M Balok	0	0	0	0	0	0
M J Tengah	0.356	12.024	10.117	0.118	12.686	10.673
	Bentang B-C			Bentang B-C		
	M (-) Eks	M+	M (-) int	M (-) Eks	M+	M (-) int
Mu	14.452	30.061	40.467	15.248	31.715	42.693
M J Kolom	14.096	18.037	30.350	15.130	19.029	32.020
M Balok	0	0	0	0	0	0
M J Tengah	0.356	12.024	10.117	0.118	12.686	10.673

Sumber : Hasil Penelitian

Tabel 13 Perbandingan momen *flat slab* dan *flat plate* arah y tinjauan C metode rangka ekuivalen

Momen	Flat Slab			Flat Plate		
	Bentang A-B			Bentang A-B		
	M (-) Eks	M+	M (-) int	M (-) Eks	M+	M (-) int
Mu	74.428	54.048	128.244	76.366	59.881	131.742
M J Kolom	72.570	32.429	96.183	74.801	35.928	98.806
M Balok	0	0	0	0	0	0
M J Tengah	1.858	21.619	32.061	1.565	23.952	32.935
	Bentang B-C			Bentang B-C		
	M (-) Eks	M+	M (-) int	M (-) Eks	M+	M (-) int
	M (-) Eks	M+	M (-) int	M (-) Eks	M+	M (-) int
Mu	75.589	54.463	126.254	78.150	60.288	129.144
M J Kolom	56.691	32.678	123.103	76.549	36.173	96.858
M Balok	0	0	0	0	0	0
M J Tengah	18.897	21.785	3.151	1.601	24.115	32.286

Sumber : Hasil Penelitian

Tabel 14 Perbandingan momen *flat slab* dan *flat plate* arah y tinjauan C metode desain langsung

Momen	Flat Slab			Flat Plate		
	Bentang A-B			Bentang A-B		
	M (-) Eks	M+	M (-) int	M (-) Eks	M+	M (-) int
Mu	34.324	71.395	96.108	36.213	75.323	101.397
M J Kolom	33.478	42.837	72.081	35.934	45.194	76.048
M Balok	0	0	0	0	0	0
M J Tengah	0.846	28.558	24.027	0.280	30.129	25.349
	Bentang B-C			Bentang B-C		
	M (-) Eks	M+	M (-) int	M (-) Eks	M+	M (-) int
	M (-) Eks	M+	M (-) int	M (-) Eks	M+	M (-) int
Mu	34.324	71.395	96.108	36.213	75.323	101.397
M J Kolom	33.478	42.837	72.081	35.934	45.194	76.048
M Balok	0	0	0	0	0	0
M J Tengah	0.846	28.558	24.027	0.280	30.129	25.349

Sumber : Hasil Penelitian

Tabel 15 Perbandingan momen *flat slab* dan *flat plate* arah y tinjauan D metode rangka ekuivalen

Momen	Flat Slab			Flat Plate		
	Bentang A-B			Bentang A-B		
	M (-) Eks	M+	M (-) int	M (-) Eks	M+	M (-) int
Mu	37.638	27.334	63.079	44.682	35.037	75.063
M J Kolom	36.698	16.400	47.309	43.101	21.022	56.297
M Balok	0	0	0	0	0	0
M J Tengah	93.944	10.934	15.770	1.581	14.015	18.766
	Bentang B-C			Bentang B-C		
	M (-) Eks	M+	M (-) int	M (-) Eks	M+	M (-) int
	M (-) Eks	M+	M (-) int	M (-) Eks	M+	M (-) int
Mu	37.368	26.923	64.170	44.769	34.537	75.976
M J Kolom	28.026	16.154	62.569	43.852	20.722	56.982
M Balok	0	0	0	0	0	0
M J Tengah	9.342	10.769	1.602	1.584	13.815	18.994

Sumber : Hasil Penelitian

Tabel 16 Perbandingan momen *flat slab* dan *flat plate* arah y tinjauan D metode desain langsung

Momen	Flat Slab			Flat Plate		
	Bentang A-B			Bentang A-B		
	M (-) Eks	M+	M (-) int	M (-) Eks	M+	M (-) int
Mu	17.416	36.226	48.765	15.869	33.007	44.433
M J Kolom	16.987	21.735	36.574	15.746	19.804	33.325
M Balok	0	0	0	0	0	0
M J Tengah	0.429	14.490	12.191	0.123	13.203	11.108
	Bentang B-C			Bentang B-C		
	M (-) Eks	M+	M (-) int	M (-) Eks	M+	M (-) int
	M (-) Eks	M+	M (-) int	M (-) Eks	M+	M (-) int
Mu	17.416	36.226	48.765	15.869	33.007	44.433
M J Kolom	16.987	21.735	36.574	15.746	19.804	33.325
M Balok	0	0	0	0	0	0
M J Tengah	0.429	14.490	12.191	0.123	13.203	11.108

Sumber : Hasil Penelitian

Perbandingan Analisis Perhitungan *Flat Slab* dan *Flat Plate*

- Dalam perhitungan ketahanan geser dari kedua sistem pelat ini, *Flat Plate* hanya diperhitungkan geser pada pelat sedangkan pada *Flat Slab* dihitung geser pada pelat dan geser pada drop panel.
- Penentuan tebal pelat digunakan tabel tebal minimum untuk pelat berdasarkan SNI 2847-2013, *Flat Plate* menggunakan ketentuan pada tabel tanpa penebalan panel, dan *Flat Slab* menggunakan ketentuan pada tabel dengan penebalan panel.
- Untuk menghitung koefisien kekakuan pelat-balok *Flat Plate*, digunakan tabel distribusi momen konstan untuk pelat tanpa drop panel. Sedangkan untuk *Flat Slab* digunakan tabel distribusi momen konstan untuk pelat dengan drop panel.
- Kekakuan kolom dari kedua sistem pelat ini dihitung dengan rumus yang sama, hanya perhitungan inersia kolom yang membedakan dimana inersia *Flat Plate* dihitung dari dasar kolom lantai bawah ke ujung atas kolom, dan inersia *Flat Slab* dihitung dengan tambahan kepala kolom pada keempat sisi kolom.

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis, dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

- Suatu elemen pelat yang dianalisis menggunakan metode Rangka Ekuivalen dan Desain Langsung dengan bentang yang sama, sistem lantai *Flat Plate* memiliki momen lapangan yang lebih besar di bandingkan dengan *Flat Slab*, dikarenakan sistem *Flat Slab* dengan pertebalan dan kepala kolom membuat tumpuan semakin kaku dan kuat menahan gaya yang ada.
- Dari kedua sistem pelat ini menunjukkan bahwa semakin jauh bentang antar kolom, maka momen lapangan yang dihasilkan akan jauh berbeda dengan bentang yang lainnya.
- Perbandingan analisis dari *Flat Plate* dan *Flat Slab* terletak pada penambahan drop panel dan kepala kolom pada

sistem *Flat Slab* yang mempengaruhi perhitungan tebal pelat, kekakuan pelat-balok, kekakuan kolom dan ketahanan geser. Sehingga analisis perhitungan *Flat Slab* akan berbeda dengan *Flat Plate* yang tidak diberik pertebalan dan kepala kolom. Elemen Pelat yang telah dianalisis dinyatakan mampu untuk menahan momen lentur dan gaya geser yang bekerja pada sistem pelat *Flat Plate* maupun *Flat Slab*.

Saran

- Untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan perbandingan dengan menggunakan program untuk mengetahui perbandingan dari hitungan konvensional dan dari hitungan program.
- Dapat diteliti dengan bentang yang lebih besar dan dibandingkan lagi dengan jenis sistem pelat yang lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standardisasi Nasional. 2013. *Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain*, SNI 03-1727-2013. Bandung: BSN.
- Badan Standarisasi Nasional. 2013. *Tata Cara Perencanaan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung*, SNI 2847:2013. Jakarta, Standar Nasional Indonesia.
- Hassoun M. Nadim, Akthem Al-Manaseer, 2015. *Structural Concrete- Theory and Design 6th Edition*. John Wiley & Sons, New Jersey.
- MacGregor, James. dan James K. Wight (2011). *Reinforced Concrete: Mechanic & Design Sixth Edition*. New Jersey : Pearson
- McCormac, Jack C. 2003. *Desain Beton Bertulang*. Jakarta: Erlangga
- Nawy, Edward G. 1998. *Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar*. Bandung: Refika Aditama.
- Sudarmoko. 1996. *Perancangan dan Analisis Pelat Beton Bertulang Berdasarkan SNI 03-2847-1992*. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Wang C.K, Charles .G Salmon. 1989. *Disain Beton Bertulang*. Jakarta: Erlangga.
- Wijaya J, Itang F. 2014. *Penggunaan Metode Cross Pada Struktur Portal Bergoyang Statis Tak Tentu dengan Kekakuan Tidak Merata Dalam Satu Balok dan Kolom*. Universitas Tarumanegara. Jakarta

Halaman ini sengaja dikosongkan